

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 31 700.3

Anmeldetag: 13. Juli 2002

Anmelder/Inhaber: VB Autobatterie GmbH, Hannover/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Ermittlung der entnehmbaren
Ladungsmenge einer Speicherbatterie und
Überwachungseinrichtung

IPC: G 01 R, H 02 J, H 01 M

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 9. Juli 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Faust

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die gewählten Zeitpunkte (t) in der Phase des Startens eines mit der Speicherbatterie gekoppelten Verbrennungsmotors liegen.
- 5 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Batteriestrom zu den gewählten Zeitpunkten annähernd Null ist.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** kontinuierliches Aufnehmen und Abspeichern der Batteriestromwerte (I) und Batteriespannungswerte (U) als Hysteresekurven während einer Belastung und
10 späteres Auswerten der abgespeicherten Hysteresekurven zur Bestimmung der Kenngröße (H) für die noch entnehmbare Ladungsmenge (Q).
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** Interpolation und/oder Extrapolation von ermittelten Batteriespannungswerten (U) und Batteriestromwerten (I) zur Ermittlung von Batteriespannungen (U) bei vorgegebenen Batterieströmen (I) oder zur Ermittlung von Batterieströmen (I) bei vorgegebenen Batteriespannungen (U).
15
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** Bestimmung des Ladezustandes (SOC) der Speicherbatterie und/oder der Batterietemperatur (TBat) und Korrektur der Kenngröße (H) durch den Ladezustand (SOC) und/oder die Batterietemperatur (TBat).
20
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** Korrektur der Kenngröße (H) durch die über einen definierten Zeitraum entnommene Ladungskapazität.
25
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bestimmung der Kenngröße (H) erfolgt, wenn der Zeitraum zwischen den Zeitpunkten (t) der in Beziehung gesetzten Batteriespannungswerten (U)
30

oder Batteriestromwerten (I) einen definierten Minimalzeitraum überschreitet und einen definierten Maximalzeitraum unterschreitet.

- 5 15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch**
 5 Vergleichen der Kenngröße (H) mit vorgegebenen Kennfeldern für entnehmbare
 Ladungsmengen (Q) in Abhängigkeit der Ladungszustände (SOC), Batterietem-
 peraturen (T_{Bat}) und Kenngrößen (H).
- 10 16. Verfahren nach Anspruch 15, **gekennzeichnet durch** Erlernen und Abspeichern
 10 von Kennfeldern (H_{Lern}) für Kenngrößen (H) einer Speicherbatterie im Neuzu-
 stand in Abhängigkeit von dem Ladezustand (SOC) und den Batterietemperatu-
 ren (T_{Bat}) und Bestimmen der entnehmbaren Ladungsmenge (Q) aus der ermit-
 telten Kenngröße (H) bei einem momentanen Ladezustand (SOC_m) und einer
 momentanen Batterietemperatur (T_{Bat_m}) mit einer entsprechenden Nennwert-
 15 Kenngröße (H_{neu}), die aus dem Kennfeld (H_{Lern}) für den momentanen Ladezu-
 stand (SOC_m) und die momentane Batterietemperatur (T_{bat_m}) ermittelt wird.
- 20 17. Verfahren nach Anspruch 16, **gekennzeichnet durch** Berechnen einer Maßzahl
 20 (J) als Differenz oder Verhältnis von der ermittelten Kenngröße (H_m) und der
 entsprechenden Kenngröße (H_{neu}) im Neuzustand bei dem momentanen Ladezu-
 stand (SOC_m) und der momentanen Batterietemperatur (T_{Bat_m}) und Bestimmen
 der entnehmbaren Ladungsmenge (Q) mit einem Kennfeld für entnehmbare La-
 dungsmengenwerte (Q), die in Abhängigkeit von Ladezuständen (SOC), Batte-
 rietemperatur (T_{Bat}) und Maßzahlen (J) in dem Kennfeld abgespeichert sind.
 25
- 30 18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch**
 30 Bestimmen der Kenngröße (H) aus Parametern eines Ersatzschaltbildes oder
 Modells, wobei die Parameter durch Anpassung des Ersatzschaltbildes oder
 Modells an die ermittelten Batteriestromwerte (I) und/oder Batteriespannungs-
 werte (U) in der Anstiegs- und Abklingphase ermittelt werden.

19. Überwachungseinrichtung für eine Speicherbatterie mit Messmitteln zur Messung von Batteriespannungswerten (U) und Batteriestromwerten (I), und mit Auswertemitteln, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswertemittel zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet sind.

JG/sp-ad

GRAMM, LINS & PARTNER
Patent- und Rechtsanwaltssozietät
Gesellschaft bürgerlichen Rechts

GRAMM, LINS & PARTNER GbR, Theodor-Heuss-Str. 1, D-38122 Braunschweig

VB Autobatterie GmbH
Am Leineufer 51

30419 Hannover

Braunschweig:

Patentanwalt Prof. Dipl.-Ing. Werner Gramm*°
Patentanwalt Dipl.-Phys. Dr. jur. Edgar Lins*°
Rechtsanwalt Hanns-Peter Schrammek
Patentanwalt Dipl.-Ing. Thorsten Rehmann*°
Rechtsanwalt Christian S. Drzymalla
Patentanwalt Dipl.-Ing. Hans Joachim Gerstein*°
Rechtsanwalt Stefan Risthaus
Patentanwalt Dipl.-Ing. Kai Stornebel°

Hannover:

Patentanwältin Dipl.-Chem. Dr. Martina Läufer*°

★ European Patent Attorney
° European Trademark Attorney

Unser Zeichen/Our ref.:
3333-122 DE-1

Datum/Date
11. Juli 2002

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung der entnehmbaren Ladungsmenge (Q) einer Speicher-
batterie durch Messung von Batterieströmen (I) und/oder Batteriespannungen
(U) zu mindestens zwei Zeitpunkten (t) vor oder während einer Anstiegsphase
sowie während oder nach einer Abklingphase eines Lade- oder Entladevorgangs,
gekennzeichnet durch Bestimmen einer Kenngröße (H) für die entnehmbare La-
dungsmenge (Q) aus der Beziehung von mindestens einem Batteriespannungs-
wert (U) aus der Anstiegsphase zu mindestens einem Batteriespannungswert
(U) aus der Abklingphase oder aus der Beziehung von mindestens einem Batte-
riestromwert (I) aus der Anstiegsphase zu mindestens einem Batteriestromwert
(I) aus der Abklingphase.

2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch Bestimmen der Kenngröße
(H) aus der Beziehung von zwei Batteriespannungswerten (U), die jeweils bei
einem festgelegten Zahlenwert für den Batteriestrom (I) jeweils in der An-
stiegsphase und Abklingphase ermittelt wurden oder aus der Beziehung von
zwei Batteriestromwerten (I), die jeweils bei einer festgelegten Batteriespan-
nung (U) jeweils in der Anstiegsphase und der Abklingphase ermittelt wurden.

GRAMM, LINS & PARTNER
Patent- und Rechtsanwaltssozietät
Gesellschaft bürgerlichen Rechts

GRAMM, LINS & PARTNER GbR, Theodor-Heuss-Str. 1, D-38122 Braunschweig

VB Autobatterie GmbH
Am Leineufer 51

30419 Hannover

Braunschweig:

Patentanwalt Prof. Dipl.-Ing. Werner Gramm*°
Patentanwalt Dipl.-Phys. Dr. jur. Edgar Lins*°
Rechtsanwalt Hanns-Peter Schrammek
Patentanwalt Dipl.-Ing. Thorsten Rehmann*°
Rechtsanwalt Christian S. Drzymalla
Patentanwalt Dipl.-Ing. Hans Joachim Gerstein*°
Rechtsanwalt Stefan Risthaus
Patentanwalt Dipl.-Ing. Kai Stornebel°

Hannover:

Patentanwältin Dipl.-Chem. Dr. Martina Läufer*°

★ European Patent Attorney
° European Trademark Attorney

Unser Zeichen/Our ref.:
3333-122 DE-1

Datum/Date
11. Juli 2002



Verfahren zur Ermittlung der entnehmbaren Ladungsmenge einer Speicherbatterie und Überwachungseinrichtung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung der entnehmbaren Ladungsmenge einer Speicherbatterie durch Messung von Batteriestromwerten und Batteriespannungswerten zu mindestens zwei Zeitpunkten vor oder während einer Anstiegsphase sowie während oder nach einer Abklingphase eines Lade- oder Entladevorgangs.

Die Erfindung betrifft weiterhin eine Überwachungseinrichtung für eine Speicherbatterie mit Messmitteln zur Messung von Batteriespannungswerten und Batteriestromwerten und mit Auswertemitteln.

Für die Bestimmung und Vorhersage des Zustands einer Speicherbatterie mit einfachen Mitteln während des Betriebs der Speicherbatterie sind zahlreiche Verfahren bekannt.

Beispielsweise ist in der DE 199 50 424 A1 ein Verfahren zur Bestimmung der Startfähigkeit einer Starterbatterie eines Kraftfahrzeugs beschrieben, bei dem der

Antwort bitte nach / please reply to:

Hannover:

Freundallee 13
D-30173 Hannover
Bundesrepublik Deutschland
Telefon 0511 / 988 75 07
Telefax 0511 / 988 75 09

Braunschweig:

Theodor-Heuss-Straße 1
D-38122 Braunschweig
Bundesrepublik Deutschland
Telefon 0531 / 28 14-0 - 0
Telefax 0531 / 28 14-0 - 28

3. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** Bestimmen der Kenngröße (H) aus der Beziehung von zwei Batteriespannungswerten (U), die bei annähernd gleichem Batteriestrom (I) jeweils in der Anstiegsphase und Abklingphase ermittelt wurden oder aus der Beziehung von zwei Batteriestromwerten (I), die bei einer annähernd gleichen Batteriespannung (U) jeweils in der Anstiegsphase und der Abklingphase ermittelt wurden.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beziehung die Differenz von zwei zu unterschiedlichen Zeitpunkten (t) ermittelten Batteriespannungen (U) ist, wobei zu den beiden Zeitpunkten (t) die Batterieströme (I) annähernd gleich sind.
5. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beziehung die Differenz von zwei zu unterschiedlichen Zeitpunkten (t) ermittelten Batterieströmen (I) ist, wobei zu den beiden Zeitpunkten (t) die Batteriespannungen (U) annähernd gleich sind.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beziehung das Verhältnis der an einem ersten Zeitpunkt (t_1) vor oder während der Anstiegsphase der Belastung ermittelten Batteriespannung (U_1) zu der in einem zweiten Zeitpunkt (t_2) nach oder während der Abklingphase ermittelten Batteriespannung (U_2) ist, wobei zu dem ersten und zweiten Zeitpunkt (t_1, t_2) die Batterieströme (I_1, I_2) annähernd gleich sind.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beziehung das Verhältnis der an einem ersten Zeitpunkt (t_1) vor oder während der Anstiegsphase ermittelten Batteriestroms (I_1) zu der an einem zweiten Zeitpunkt (t_2) nach oder während der Abklingphase ermittelten Batteriestroms (I_2) ist, wobei zu dem ersten und zweiten Zeitpunkt die Batteriespannungen (U_1, U_2) annähernd gleich sind.

Batteriestrom und die Batteriespannung kurz vor und während einer Belastung der Starterbatterie durch Start des Verbrennungsmotors ermittelt wird. Aus den jeweiligen Wertepaaren des Batteriestrom und der Batteriespannung werden der Innenwiderstand und die entnommene Ladungsmenge berechnet. Aus der Anstiegsrate des Innenwiderstands über der entnommenen Ladungsmenge wird ein Maß für die Verfügbarkeit der Starterbatterie beim Startvorgang abgeleitet.

In der DE 37 12 629 C2 ist eine Messvorrichtung zur Bestimmung der verbleibenden Lebensdauer einer Kraftfahrzeugbatterie beschrieben, welche die Batteriespannung und den dazugehörigen Laststromwert vor und nach dem erstmaligen Starten bei vollgeladenem Zustand der Speicherbatterie erfasst. Zudem wird der temperaturkompensierte Innenwiderstand ermittelt und in einem Speicher abgelegt. Dieser anfängliche temperaturkompensierte Innenwiderstand wird mit Innenwiderstandswerten verglichen, die bei späteren Startvorgängen der Verbrennungskraftmaschine durch die Kraftfahrzeugbatterie ermittelt werden. Die Anzeige der voraussichtlichen Lebensdauer der Speicherbatterie erfolgt danach in Abhängigkeit von vorgegebenen abgespeicherten Schwellwerten.

Aus der WO 99/17128 ist bekannt, beim Startvorgang die Spannungswerte benachbarter Spannungsminima zu vergleichen, die aufgrund der Kompression und Dekompression der Motorkolben einer mit Hilfe der Speicherbatterie gestarteten Verbrennungskraftmaschine auftreten. Der Unterschied zwischen diesen Werten dient als Maß für eine Anzeige des Batteriezustandes.

In der DE 39 01 680 C2 ist ein Verfahren zur Überwachung der Kaltstartfähigkeit einer Starterbatterie eines Verbrennungsmotors beschrieben, bei dem während des Startvorgangs der zeitliche Verlauf des Spannungsabfalls an den Anschlussklemmen des Anlassers für den Verbrennungsmotor beobachtet und ausgewertet wird.

In der DE 198 47 648 A1 ist ein Verfahren zur Bestimmung des Ladezustands und der Hochstrombelastbarkeit von Speicherbatterien offenbart, bei dem die Leerlaufspannung ermittelt, die echten Ruhespannungen unter Berücksichtigung insbesondere des zeitlichen Verlaufs ermittelt, die umgesetzte Strommenge er-
 5 mittelt und die Säurekapazität ermittelt wird. Hieraus wird eine Aussage über die Startfähigkeit der Speicherbatterie abgeleitet.

In der WO 00/04620 ist ein System und ein Verfahren zur Beobachtung des Zustands einer Speicherbatterie beschrieben, das in einem Fahrzeug installiert ist.

10 Es wird aus den während des Motorstarts ermittelten Batteriespannungs- und Batteriestromwerten ein Batterieinnenwiderstand und ein Polarisationswiderstand errechnet. Zusätzlich wird ein Wert für den Ladezustand SOC bestimmt. Aus diesen Werten und deren Anstiegsraten wird der Batteriezustand analysiert und eine Aussage getroffen, ob die Batterie den Motor noch starten kann.


15 Die vorstehend beschriebenen Verfahren und Vorrichtungen dienen zwar dazu, die Eignung eine Speicherbatterie hinsichtlich der Fähigkeit zu bestimmen, einen Motor zu starten oder den Ladezustand einer neuwertigen Batterie zu ermitteln. Eine Aussage über die entnehmbare Ladungsmenge der Speicherbatterie, insbesondere bei kleinen Strömen, kann hiermit aber nicht getroffen werden.

20 Das Problem bei Speicherbatterien ist jedoch, dass die bei vollgeladener Speicherbatterie entnehmbare Ladungsmenge Q durch verschiedene Ursachen abnehmen kann. Einer gebrauchten Speicherbatterie kann somit nicht mehr die
 25 gleiche Ladungsmenge entnommen werden wie im Neuzustand. Diese Ursachen können z. B. bei Bleiakkumulatoren der Verlust an aktiver Masse durch Abschlammern, Sulfatation oder ähnliches sein.

30 Wird z. B. der Ladezustand einer Speicherbatterie durch Messung der Ruhespannung ermittelt wird, wie dies z. B. bei einem Bleiakkumulator möglich ist, so kann mit diesem Wert keine Aussage darüber getroffen werden, welche La-


5 Ladungsmenge der Speicherbatterie noch entnommen werden kann, wenn diese nicht mehr im Neuzustand ist. Der Grund hierfür ist, dass zwar in diesem Fall der Ladezustand ein Maß für die der Säure entnehmbare Ladungsmenge ist, die Ladungsmenge, die der aktiven Masse noch entnommen werden kann, korreliert jedoch nur im Neuzustand mit der Ladungsmenge in der Säure.

Bei einer Definition des Ladezustands SOC als Quotient der Differenz zwischen Nennladungsmenge und entnommener Ladungsmenge zur Nennladungsmenge.

10 
$$\text{SOC} = \frac{(\text{Nennladungsmenge} - \text{entnommener Ladungsmenge})}{\text{Nennladungsmenge}}$$

gibt der Ladezustand SOC ebenfalls keine richtige Aussage über die entnehmbare Ladungsmenge Q der Speicherbatterie.

15 Der Ladezustand nach diesen Definitionen gibt somit keine Aussage über die entnehmbare Ladungsmenge Q im Vollladezustand. Da bei vielen technischen Anwendungen der Ladezustand SOC nur durch diese Methoden ermittelt werden kann, besteht der Bedarf nach einem Verfahren, das die tatsächlich entnehmbare
20 Ladungsmenge Q bestimmt.

 Aufgabe der Erfindung war es daher, ein Verfahren zur Ermittlung der entnehmbaren Ladungsmenge Q einer Speicherbatterie durch Messung von Batteriestromwerten und Batteriespannungswerten zu mindestens zwei Zeitpunkten vor
25 oder während einer Anstiegsphase und während einer Abklingphase eines Lade- oder Entladevorgangs zu schaffen, mit dem durch einfache Messung eine Kenngröße H für die entnehmbare Ladungsmenge Q einer nicht mehr im Neuzustand befindlichen Speicherbatterie bestimmt werden kann.

30 Die Aufgabe wird mit dem gattungsgemäßen Verfahren erfindungsgemäß gelöst durch Bestimmen einer Kenngröße H für die entnehmbare Ladungsmenge Q aus.

der Beziehung von mindestens einem Batteriespannungswert aus der Anstiegsphase zu mindestens einem Batteriespannungswert aus der Abklingphase oder aus der Beziehung von mindestens einem Batteriestromwert aus der Anstiegsphase zu mindestens einem Batteriestromwert aus der Abklingphase.

5

Es wird daher vorgeschlagen, das Verhalten der Hysterese auszuwerten, die sich durch Auftragen der Batteriestromwerte und Batteriespannungswerte bei einer vorzugsweise kurzzeitigen pulsformigen Belastung in Lade- oder Entladerichtung ergibt, und hieraus auf die entnehmbare Ladungsmenge Q der Speicherbatterie zu schließen.

10

Hierzu werden vorzugsweise die Batteriestromwerte und Batteriespannungswerte an mindestens zwei Zeitpunkten gleichzeitig ermittelt. Es hat sich gezeigt, dass die Beziehung der Batteriestromwerte bei annähernd gleichem Batteriespannungswert und auch die Beziehung der Batteriespannungswerte bei annähernd gleichem Batteriestromwert ein Maß für die entnehmbare Ladungsmenge Q ist.

15

Die gleichen Batteriespannungswerte bzw. Batteriestromwerte in der Hysteresekurve ergeben sich durch das Zeitverhalten während der Belastung, indem mindestens eine erste Messung kurz vor der Belastung oder während der Anstiegsphase der Belastung und eine zweite Messung in der Abklingphase während des Abklingens der Belastung oder kurz nach der Belastung durchgeführt wird.

20

Die Beziehung zur Bestimmung der Kenngröße H kann beispielsweise die Differenz von zwei zu unterschiedlichen Zeitpunkten ermittelten Batteriespannungen sein, wobei zu den beiden Zeitpunkten die Batterieströme annähernd gleich sind. Die Beziehung kann aber auch die Differenz von zwei zu unterschiedlichen Zeitpunkten ermittelten Batterieströmen bei annähernd identischen Batteriespannungen sein.

25

30

Es hat sich aber auch gezeigt, dass die Kenngröße H für die noch entnehmbare Ladungsmenge Q aus der Beziehung des Verhältnisses der in einem ersten Zeitpunkt vor oder während einer Anstiegsphase der Belastung ermittelten Batteriespannung zu der in einem zweiten Zeitpunkt nach oder während einer Abklingphase der Belastung ermittelten Batteriespannung bestimmt werden kann. Wiederum sollten zu dem ersten und zweiten Zeitpunkt die Batterieströme annähernd gleich sein. Gleichmaßen kann die Beziehung auch das Verhältnis der an einem ersten und zweiten Zeitpunkt ermittelten Batterieströme sein, wobei die Batteriespannungen annähernd gleich sind.

10 Erfindungswesentlich ist dabei, dass die Hysteresekurve derart ausgewertet wird, das ein Zahlenwert für eine der Messgrößen, d. h. Batteriestrom oder Batteriespannung, festgelegt wird und die beiden zugehörigen Wertepaare der jeweils anderen Messgröße, d. h. Batteriespannung oder Batteriestrom, aus der Hysteresekurve ermittelt und zueinander in Beziehung gesetzt werden.

20 Darüber hinaus kann es aus technischen Gründen sinnvoll sein, jeweils getrennt für die Anstiegsphase und die Abklingphase einen Zahlenwert für den Batteriestrom oder die Batteriespannung festzulegen. Die dann bei unterschiedlichen festgelegten Zahlenwerten gewonnenen Wertepaare der anderen Meßgröße können dann in analoger Weise zueinander in Beziehung gesetzt werden. Dieses Vorgehen gilt insbesondere bei einem linearen Verlauf der Hysteresekurve.

25 Die Batteriespannungswerte bzw. Batteriestromwerte während der Anstiegs- und Abklingphase können auch durch Auswertung des Hystereseverhaltens zueinander in Beziehung gesetzt werden. Hierzu können beispielsweise intelligente Verfahren, wie neuronale Netze sowie Fuzzy-Techniken eingesetzt werden, die z. B. anhand von bestimmten Punkten der Hysteresekurve eine Aussage über die entnehmbare Ladungsmenge Q treffen können. Besonders vorteilhaft ist es, die Kenngröße H aus Parametern eines Ersatzschaltbildes oder eines anderen Modells
30 abzuleiten, das an die Hysteresekurve angepasst ist.

Für eine beispielsweise in einem Kraftfahrzeug eingesetzten Speicherbatterie ist es vorteilhaft, wenn die gewählten Zeitpunkte in der Startphase eines mit der Speicherbatterie gekoppelten Verbrennungsmotors liegen.

5

Es ist auch denkbar, die Batteriespannungswerte miteinander in Beziehung zu setzen, die sich ergeben, wenn der Batteriestrom zu den gewählten Zeitpunkten annähernd Null ist.

10 Zur Durchführung des Verfahrens kann ein Batteriespannungswert oder ein Batteriestromwert festgelegt werden und durch kontinuierliche Überwachung die zugehörige andere Messgröße, das heißt des Batteriestromes oder der Batteriespannung, ermittelt werden, wenn der festgelegte Wert der Batteriespannung oder des Batteriestromes erreicht wird.

15

Alternativ hierzu kann auch ein kontinuierliches Aufnehmen und Abspeichern der Batteriestromwerte und Batteriespannungswerte als Hysteresekurven während einer Belastung erfolgen. Die abgespeicherten Hysteresekurven werden zur Bestimmung der Kenngröße H später ausgewertet. Da die Messwerte unter Umständen in Zeitintervallen abgetastet werden, ist es vorteilhaft, eine Interpolation,

20 Extrapolation und/oder Regression der ermittelten Batteriespannungswerte und Batteriestromwerte vorzunehmen, um Batteriespannungen bei vorgegebenen Batterieströmen oder Batterieströme bei vorgegebenen Batteriespannungen hochgenau zu bestimmen. Diese Verfahren können aber auch zum Ausgleich möglicher
25 Messfehler eingesetzt werden.

Der Vorhersagewert für die entnehmbare Ladungsmenge Q aus der Kenngröße H kann durch Bestimmung des Ladezustandes SOC der Speicherbatterie und/oder der Batterietemperatur und dergleichen verbessert werden, indem der Kennwert
30 H durch die ermittelten Zusatzfaktoren, wie Ladezustand SOC, Batterietemperatur etc. korrigiert wird.

Hierzu ist es vorteilhaft, Kennfelder H_{Lern} für Kennwerte einer Speicherbatterie im Neuzustand in Abhängigkeit von dem Ladezustand SOC und den Batterietemperaturen zu erlernen und abzuspeichern. Die entnehmbaren Ladungsmengen Q werden dann aus der ermittelten Kenngröße H_m bei einem momentanen Ladezustand SOC_m und einer momentanen Batterietemperatur T_{Bat_m} mit einer entsprechenden Neuwert-Kenngröße H_{neu} bestimmt, die aus dem Kennfeld H_{Lern} für den momentanen Ladezustand SOC_m und die momentane Batterietemperatur T_{Bat_m} ermittelt wird.

10 Besonders vorteilhaft ist es, eine Maßzahl J beispielsweise als Differenz oder Verhältnis von der ermittelten Kenngröße H_m und der entsprechenden Kenngröße H_{neu} im Neuzustand bei dem momentanen Ladezustand SOC_m und der momentanen Batterietemperatur T_{Bat_m} zu berechnen. Die entnehmbare Ladungsmenge Q wird dann mit einem Kennfeld für entnehmbare Ladungsmengenwerte bestimmt, wobei in dem Kennfeld entnehmbare Ladungsmengenwerte in Abhängigkeit von den Ladezuständen SOC, der Batterietemperatur T_{Bat} und den Maßzahlen J abgespeichert sind.

20 Die entnehmbare Ladungsmenge Q ist nach dem oben genannten Verfahren in der Regel nicht bei extrem kurzen und niedrigen Belastungen sowie Langzeitbelastungen mit ausreichender Genauigkeit zu bestimmen. Der Zeitraum zwischen den Zeitpunkten der in Beziehung gesetzten Batteriespannungswerte oder Batteriestromwerte sollte daher einen definierten Minimalzeitraum überschreiten und
25 einen definierten Maximalzeitraum unterschreiten, das heißt innerhalb eines definierten Zeitfensters liegen.

Die Aufgabe wird weiterhin durch die gattungsgemäße Überwachungseinrichtung dadurch gelöst, dass die Auswertemittel zur Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens ausgebildet sind.

30

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 - Ausschnitt eines Batteriestromverlaufs für einen typischen Start eines Verbrennungsmotors mit einer Speicherbatterie;

Figur 2 - Hysteresekurve mit einer über den Batteriestrom aufgetragenen Batteriespannung für zwei unterschiedliche gealterte Speicherbatterien gleichen Typs;

Figur 3.- Diagramm zur Bestimmung der verfügbaren Ladungsmenge aus der Kenngröße H bei unterschiedlichen Batterietemperaturen;

Figur 4 - Diagramm zur Bestimmung der verfügbaren Ladungsmenge aus der Kenngröße H bei unterschiedlichen Ladezuständen SOC.

Die Figur 1 lässt einen Ausschnitt eines Batteriestromverlaufs für einen typischen Start eines Verbrennungsmotors erkennen. Es wird deutlich, dass der Batteriestrom in einem relativ kurzem Zeitraum ein Strommaximum erreicht. Anschließend klingt der Batteriestrom langsam ab. Der Zeitraum bis zum Erreichen des Strommaximums wird als Anstiegsphase An und der Zeitraum nach dem Strommaximum als Abklingphase Ab definiert.

Die Erfindung beruht hiervon ausgehend auf der Erkenntnis, dass die entnehmbare Ladungsmenge Q aus einer Kenngröße H bestimmt werden kann, die als Beziehung von Batteriespannungswerten U_{An} oder Batteriestromwerten I_{An} in der Anstiegsphase An zu den entsprechenden Werten U_{Ab} , I_{Ab} in der Abklingphase Ab definiert wird.

Dies wird im Folgenden näher erläutert.

Die Figur 2 zeigt eine Hysteresekurve für zwei typische willkürlich gewählte und unterschiedlich gealterte Speicherbatterien gleichen Typs mit einem gleichen Ladezustand SOC bei einer gleichen Batterietemperatur T_{Bat} . Die Hysteresekurve ist also als die über den Batteriestrom I_B aufgetragene Batteriespannung U_B definiert. Die beiden ausgewählten Speicherbatterien haben lediglich unterschiedlich entnehmbare Ladungsmengen Q .

Zur Bestimmung der Ladungsmengen Q wird bei einem festgelegtem Batteriestrom I_B die Batteriespannung U_{Ab} in der Anstiegsphase A_n und Abklingphase A_b ermittelt und die beiden Batteriespannungen U_{A_n} und U_{A_b} in einer Beziehung gesetzt. Hieraus ergibt sich die kleinere Kenngröße H_1 für die erste Speicherbatterie mit kleinem Kapazitätsverlust und die größere Kenngröße H_2 für die zweite Speicherbatterie mit großem Kapazitätsverlust.

Es wird aus der Hysteresekurve unmittelbar deutlich, dass die Kenngröße H beispielsweise aus der Differenz der Batteriespannung U_{A_n} in der Anstiegsphase A_n und der Batteriespannung U_{A_b} in der Abklingphase A_b bestimmt werden kann. Gleichermäßen kann aber auch das Verhältnis zwischen der Batteriespannung U_{A_n} in der Anstiegsphase A_n zu der Batteriespannung U_{A_b} in Abklingphase A_b berechnet werden.

Aus dem Vergleich der Hysteresekurven wird auch deutlich, dass der Spannungseinbruch und damit der Innenwiderstand kein Maß für die noch entnehmbare Ladungsmenge Q der Speicherbatterie ist. Obwohl die Speicherbatterie 1 einen kleineren Kapazitätsverlust erlitten hat, zeigt sie einen größeren maximalen Spannungseinbruch als die Speicherbatterie 2 mit größerem Kapazitätsverlust.

Vielmehr wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgeschlagen, die Kenngröße H beispielsweise nach den Formeln

$$H = U_{A_n} - U_{A_b} \text{ oder } H = U_{A_n} : U_{A_b}$$

zu bestimmen, wobei der Batteriestromwert I_B festgelegt ist. Die Batteriespannungswerte U_{An} und U_{Ab} in der Anstiegsphase An und Abklingphase Ab sind die entsprechenden Werte der Hysteresekurve bei dem festgelegten Stromwert I_B .

5

In einer alternativen Ausführungsform des Verfahrens kann die Kenngröße H auch aus der Beziehung von zwei Batteriestromwerten I_{An} , I_{Ab} bei identischer Batteriespannung U_B bestimmt werden.

10 Für den Fall, dass für den festgelegten Stromwert I_B keine zugehörigen Spannungswerte oder den festgelegten Spannungswert U_B keine zugehörigen Stromwerte ermittelt wurden, können die Batteriespannungs- und Batteriestromwerte auch durch Interpolation, Extrapolation oder Regression ermittelt werden. Diese Verfahren können aber auch zur Beseitigung von Messungenauigkeiten angewendet werden, wenn Messwerte für den festgelegten Batteriestromwert I_B oder Batteriespannungswert U_B existieren.

15

Die Figur 3 zeigt ein Diagramm in Abhängigkeit von der verfügbaren Ladungsmenge Q , wobei in einem Fall die Batterietemperatur $T_{Bat} < 0^\circ\text{C}$ (Dreiecke) und in dem anderen Fall die Batterietemperatur $T_{bat} > 0^\circ\text{C}$ (Kreise) ist. Der Ladezustand SOC und der Batteriestromwert I_B zur Bestimmung der Kenngröße H sind hierbei konstant. Jeder Punkt repräsentiert eine bestimmte Batterie mit jeweils unterschiedlicher Alterung.

20

25 Ebenso zeigt die Figur 4 ein Diagramm aus dem die Abhängigkeit zwischen der Kenngröße H und der entnehmbaren Ladungsmenge Q bei zwei unterschiedlichen Ladungsmengen SOC1 und SOC2 erkennbar ist, wobei die Batterietemperatur T_{Bat} und der Batteriestrom I_B zur Bestimmung der Kenngröße H konstant ist. Der Ladungszustand SOC1 ist hierbei kleiner als der Landungszustand SOC2 ($\text{SOC1} < \text{SOC2}$).

30

Es wird deutlich, dass ein eindeutiger und in diesem Fall sogar linearer Zusammenhang zwischen der Kenngröße H und der entnehmbaren Ladungsmenge Q bezogen auf den Neuzustand besteht. Auf Grund dieses Zusammenhangs ist es möglich, dass die entnehmbare Ladungsmenge Q direkt in Abhängigkeit von der Kenngröße H bestimmt werden kann.

Dabei wird vorteilhafter Weise eine Korrektur des Kennwertes H durch den Ladezustand SOC und/oder der Batterietemperatur T_{Bat} vorgenommen. Diese Korrektur kann beispielsweise durch empirisches oder mathematisches Aufnehmen von Kennfeldern oder mathematischen Funktionen vorgenommen werden. Die Abhängigkeit zwischen der entnehmbaren Ladungsmenge Q und der Kenngröße H in Abhängigkeit von dem Ladezustand SOC oder der Batterietemperatur T_{Bat} kann beispielsweise durch Simulationsrechnungen mathematisch ermittelt werden, aber auch ermittelt werden.

Die Kenngröße H kann in Abhängigkeit von dem Ladezustand SOC und der Batterietemperatur T_{Bat} für eine Speicherbatterie im Neuzustand auch vorteilhaft durch intelligente Signalverarbeitung erlernt werden. Bei dem Lernvorgang wird dann z. B. ein Kennfeld H_{Lern} in Abhängigkeit von dem Ladezustand SOC und der Batterietemperatur T_{Bat} erzeugt. Wenn die Speicherbatterie nicht mehr im Neuzustand ist, wird später eine ermittelte Kenngrößen H_m bei einem Ladezustand SOC_m und einer beliebigen Batterietemperatur T_{Bat_m} mit der erlernten Kennzahl H_{neu} im Neuzustand verglichen, die anhand des Ladezustands SOC_m und der Batterietemperatur T_{Bat_m} z. B. aus dem gelernten Kennfeld H_{Lern} ermittelt wird. Das Ergebnis dieses Vergleichs ist eine Maßzahl J, die beispielsweise die Differenz oder das Verhältnis von H_m und H_{neu} sein kann

$$J = H_m - H_{neu} \text{ oder } J = H_m : H_{neu}.$$

Diese Maßzahl J ergibt dann zusammen mit den Werten des Ladezustands SOC_m und der Batterietemperatur T_{Bat_m} und z. B. einem Kennfeld für Kenngrößen Q in

Abhängigkeit von dem Ladezustand SOC, der Batterietemperatur T_{Bat} und der Maßzahl J die entnehmbare Ladungsmenge Q der Speicherbatterie.

JG/sp-ad

Zusammenfassung

- 5 Bei einem Verfahren zur Ermittlung der entnehmbaren Ladungsmenge (Q) einer Speicherbatterie durch Messung von Batterieströmen (I) und/oder Batteriespannungen (U) zu mindestens zwei Zeitpunkten (t) vor oder während einer Anstiegsphase sowie während oder nach einer Abklingphase eines Lade- oder Entladevorgangs erfolgt ein Bestimmen einer Kenngröße (H) für die entnehmbare Ladungsmenge (Q) aus der Beziehung von mindestens einem Batteriespannungswert (U) aus der Anstiegsphase zu mindestens einem Batteriespannungswert (U) aus der Abklingphase oder aus der Beziehung von mindestens einem Batteriestromwert (I) aus der Anstiegsphase zu mindestens einem Batteriestromwert (I) aus der Abklingphase.

15

Bezug zu Figur 2

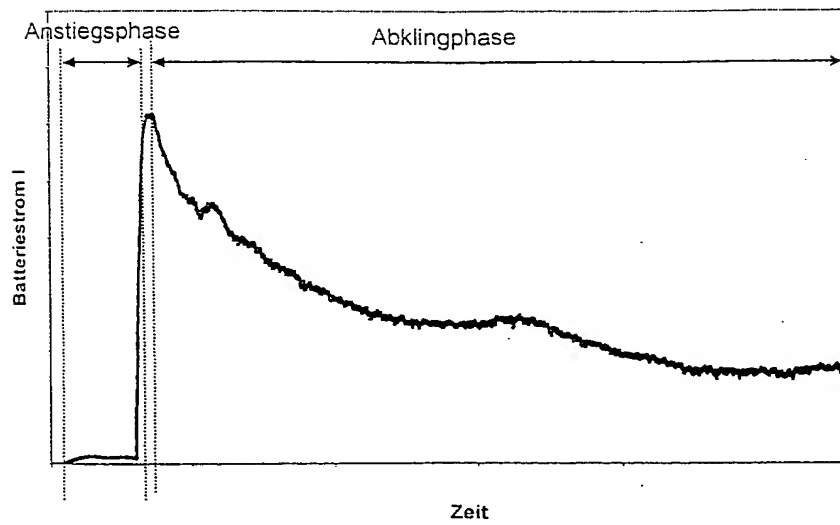


Fig. 1

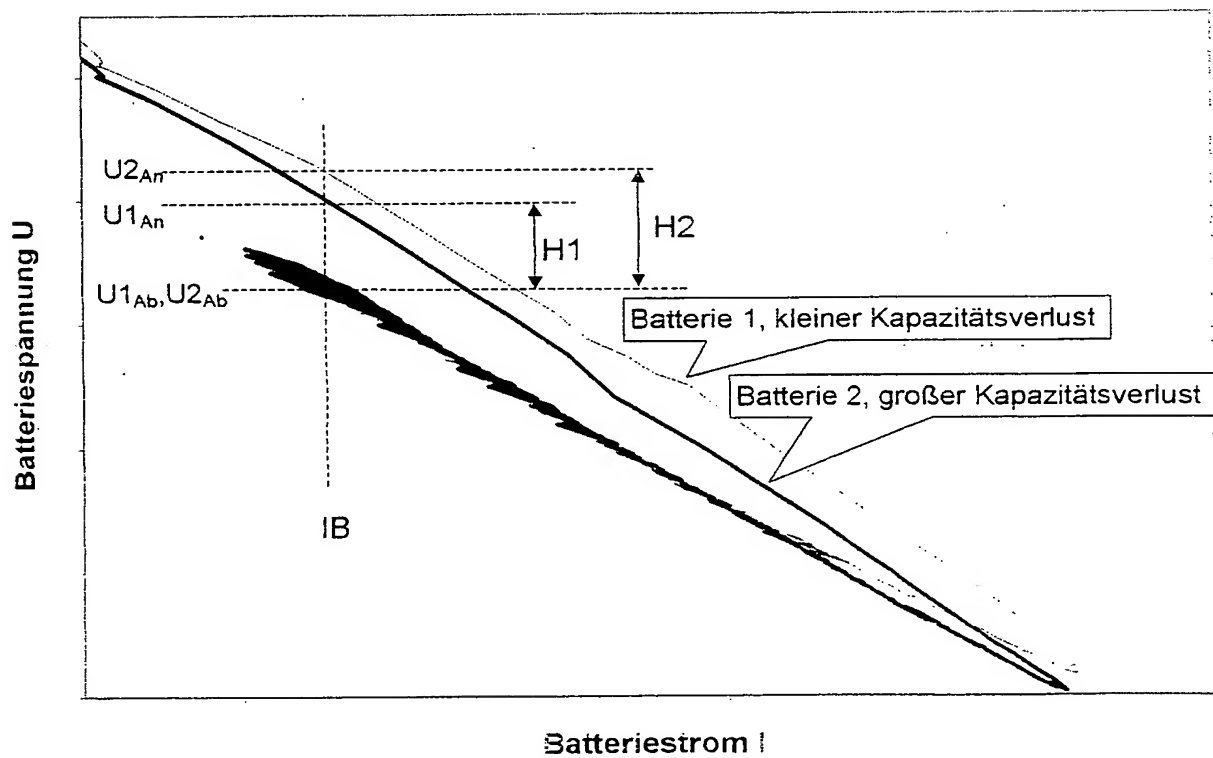


Fig. 2

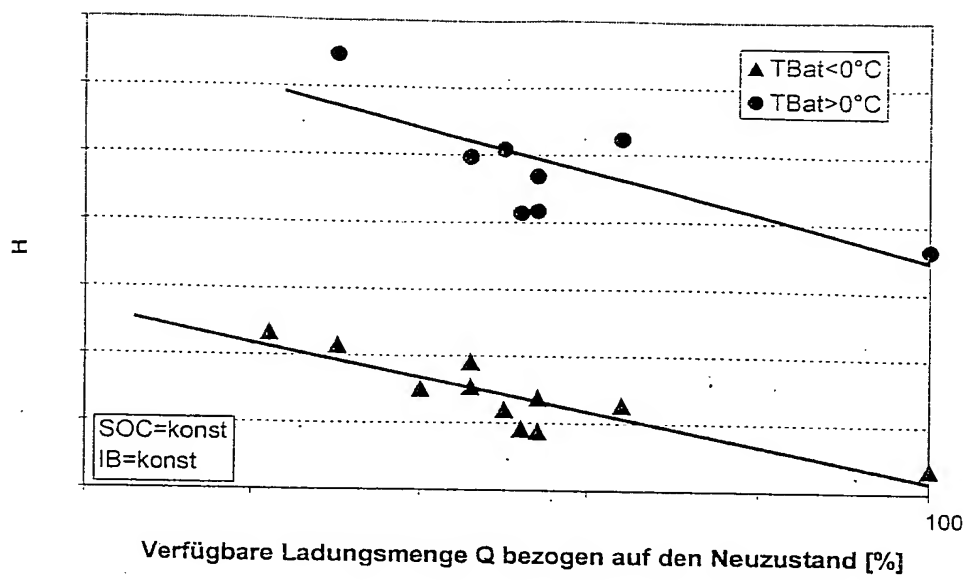


Fig. 3

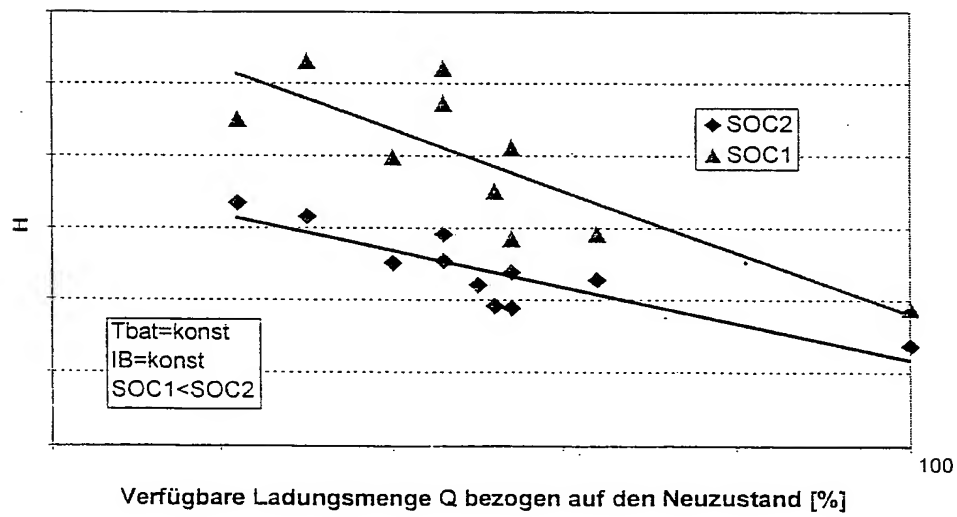


Fig. 4